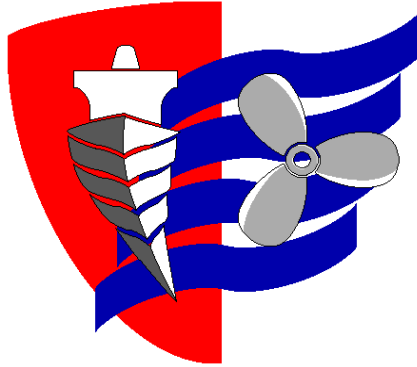


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Máster

INFORME DE INCENDIO EN BUQUE RORO.

RORO SHIP FIRE REPORT

Para acceder al Título de Máster Universitario en

INGENIERÍA MARINA

Autor: Manuel Alberto Peroza Ramos.

Director: Carlos J. Renedo Estébanez.

Diciembre - 2020

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INFORME DE INCENDIO EN BUQUE
RORO.**

RORO SHIP FIRE REPORT

Para acceder al Título de Máster Universitario en
INGENIERÍA MARINA

DICIEMBRE 2020

AVISO DE RESPONSABILIDAD

AVISO DE RESPONSABILIDAD:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.

Índice.....	4
Resumen y palabras clave.....	5
Summary and Keywords	6
1. Introducción.....	7-11
1.1. Datos del buque en el incidente.....	8-9
1.2. Datos generales sobre el incidente.....	10
1.3. Características principales del buque.....	11
1.4. Comisión permanente de investigación de accidentes e incidentes marítimos (CIAIM).....	11
1.5. Anexo 1.....	11
2. Antecedentes.....	12-16
2.1. Cronología de los hechos.....	13-15
2.2. Sugerencias de cambio en el protocolo de actuación.....	15-16
3. Memoria descriptiva.....	17-41
3.1. Valoración de daños.....	18-38
3.2. Causas del incendio.....	39-41
3.3. Anexo 2 y 3.....	41
4. Acciones correctivas.....	42-58
4.1. Reparación.....	42-56
4.2. Presupuesto valoración de daños.....	57-58
5. Acciones preventivas.....	59-61
6. Mejoras técnicas realizadas.....	62-65
7. Conclusiones	66-68
8. Referencias bibliográficas.....	69-70
Anexos.....	71-78
• Anexo 1: plano general del buque.....	72
• Anexo 2: Manual de combustible del motor principal.....	73-75
• Anexo 3: Plano del sistema de alimentación de combustible afectado – Planos de sala de máquinas y Motor Principal.....	76-78

Resumen y palabras claves

A lo largo de este trabajo, se desarrollará un informe técnico en virtud del cual se analizará un incendio a bordo de un buque roro en travesía a unas 85 millas del puerto de destino.

El nombre del buque será omitido en todo el trabajo por cuestiones de confidencialidad.

En primer lugar, se presentarán los datos generales y las características principales del buque. Posteriormente, se dará a conocer la cronología de los hechos tomando en consideración las acciones de emergencia adoptadas por la tripulación. A continuación, se detallará la valoración de los daños producidos y se identificará la causa del incendio.

Finalmente se proponen algunas mejoras técnicas a realizar en la instalación, así como una serie de acciones, tanto correctivas como preventivas, que tratarán de evitar que se vuelva a reproducir el incendio.

La finalidad de este informe técnico ha sido la de presentar de forma clara el estado en el que se encontraba el buque antes y después de las medidas correctivas tomadas, así como de instalar una serie de medidas y elementos para intentar evitar un nuevo accidente similar.

Palabras claves: incendio, buque, humo, informe.

Summary and Keywords

Throughout this work, a technical report will be developed by virtue of which a fire will be analyzed on the edge of a Roro vessel crossing some 85 miles from the destination port.

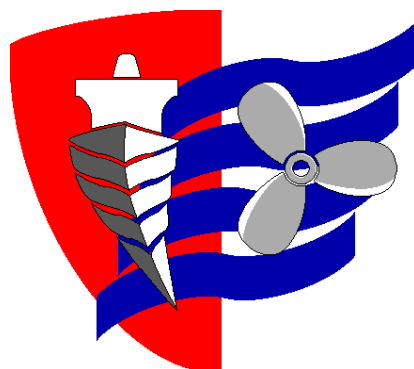
The name of the ship will be omitted in all the work for confidentiality reasons. First, the general data and the main characteristics of the ship will be presented. Subsequently, the chronology of the events will be announced, taking into account the emergency actions taken by the crew. Next, the assessment of the damage produced will be detailed and the cause of the fire will be identified.

Finally, some technical improvements are proposed to be carried out in the installation, as well as a series of actions, both corrective and preventive, that will try to prevent the fire from reproducing again.

The purpose of this technical report has been to clearly present the condition of the ship before and after the corrective measures taken, as well as to install a series of measures and elements to try to avoid a new similar accident.

Keywords: fire, vessel, smoke, report.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN.

En este apartado, se hace referencia a los datos generales del buque, las características principales, la CIAIM y un anexo, de los planos generales del buque.

1.1. DATOS DEL BUQUE EN EL INCIDENTE.

Distintivo de llamada:	E.C.L.A				
Eslora:	145 m.	Registro Bruto:	11.197 Tn.		
Sociedad de clasificación:	DNV-GL.				
Certificación de Clase:	RORO				
Número de tripulantes:	17.	Número de pasajeros:	2.		
Horas que ha estado el buque sin gobierno:	26,45 horas.	Después del incidente, que tipo de ayuda a requerido el buque:			
		Remolque:	-----Remolque.		
		Contrata externa:	-----		
Puerto de salida:	FECHA:	Viaje	De:	Cádiz.	
				A:	Santa Cruz de Tenerife.
VDR					
Marca:			MACGREGOR.		

Modelo:		MER-VDR.
¿Ha sido activado el back – up durante o después? del incidente?		SÍ.
¿Ha habido otros buques involucrados? Nombre, Bandera, IMO	NO	

1.2. DATOS GENERALES SOBRE EL INCIDENTE

Fecha del incidente:	2 de agosto de 2018		Hora del incidente:	
			UTC	13:10
			Hora Local	
Tipo de buque:	Carga rodada.			
Tipo de incidente:	Incendio en sala de máquinas.			
Localización del incidente:	Sala de máquinas.			
¿En dispositivo de separación de tráfico?			No.	
¿Ocurrió dentro de los límites operacionales del puerto?			No.	
Luz Natural:	Visibilidad (metros):	Estado de la mar:	Fuerza del viento:	----
----Buena	----Buena	----Buena		
			Dirección:	----
Consecuencias del accidente:				
<ul style="list-style-type: none"> • Daños al buque. 				

1.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL BUQUE.

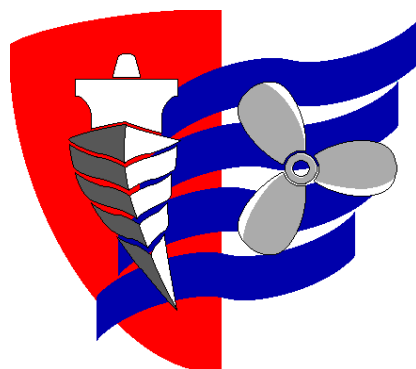
País de bandera:	ESPAÑA.
Tipo:	CARGA RODADA.
Puerto de matrícula:	SANTA CRUZ DE TENERIFE.
Lugar de construcción:	Fijian Mawei Shipbuilding Ltd (Fuzhou).
País de construcción:	China.
Año de construcción:	2007.
Material del casco:	Acero.
Eslora total:	145 m.
Eslora entre perpendiculares:	136,7 m.
Manga:	22 m.
Puntal:	13,90 m.
Peso muerto:	7341.
Capacidad nominal de contenedores:	500 TEU.
Arqueo bruto (GT):	11197.
Propulsión:	Motor diésel MAK 12 VM 32 C 6.000 kW.
Potencia máxima:	6000 kW a 750 rpm.
Dotación mínima de seguridad:	14 tripulantes.

1.4. Comisión permanente de investigación de accidentes e incidentes marítimos (CIAIM)

Cabe destacar que existe una comisión permanente de investigación de accidentes e incidentes marítimos (CIAIM), regulada por el artículo 265 del texto refundido de la ley de puertos del estado y de la Marina Mercante aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, y por Real Decreto 800/2011, de junio, que se encarga de realizar un informe técnico para el ministerio de fomento.

1.5. ANEXO 1. Al final del documento (pág. 68), se encuentra el anexo 1, que incluyen el plano general del buque.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



2. ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES.

En este apartado se detallarán los hechos acontecidos el día del incendio de manera cronológica y la sugerencia de cambios en el protocolo de actuación.

2.1. CRONOLOGÍA DE LOS HECHOS.

A las 18:00 horas del día 31 de julio de 2018, el buque mercante (B/M) salió del puerto de Cádiz rumbo a Tenerife con 17 tripulantes a bordo y 2 pasajeros.

Durante la mañana del día 2 de agosto, navegaba a una velocidad media de 14 nudos. En el puente se hallaba de guardia el segundo oficial de puente y un marinero. La sala de máquinas no iba tripulada al estar certificada como “sala de máquinas sin dotación permanente”. La instalación propulsora funcionaba en modo automático, con el sistema de control remoto desde el puente.

A las 11:30, el Jefe de máquinas detecta, una fuga de combustible en el tramo del colector que va del filtro a la primera bomba de combustible del motor principal. Tras la primera valoración del Jefe de Máquinas y después de comprobar que no existe repuesto de este colector a bordo, informa verbalmente al Capitán, sugiriendo que se contacte con el inspector del buque y se organice la reparación del tramo de colector una vez que el buque llegue a Las Palmas.

A las 13:10 horas, hallándose el barco a unas 85 millas de Las Palmas se activa en el puente de gobierno la alarma por incendio en sala de máquinas, en concreto, en la zona del motor principal. De inmediato se movilizan las brigadas contraincendios que acuden a la zona. El Capitán activa los distress de VHF y MF. Al momento suena la alarma de descarga del sistema de agua nebulizada de la sala de máquinas. El Jefe de Máquinas activa la parada de emergencia del motor principal, las paradas de ventilación de la sala y da

orden de cortar la corriente eléctrica. Al caer la planta arranca en modo automático el generador de emergencia y el Jefe de Máquinas ordena cerrar las grampas de ventilación.

El Primer Oficial comunica al Capitán que no puede acceder a la sala de máquinas debido a la densidad del humo. El Capitán le ordena que realice el recuento de tripulantes y pasajeros y que compruebe que las puertas estancas pertinentes permanecen cerradas, y que prepare la descarga de CO₂ en la máquina.

A las 13:50, el Primer Oficial comunica al Capitán que están todos los tripulantes y los pasajeros, y que las puertas estancas están cerradas con lo que el Capitán manda disparar el CO₂ en la sala de máquinas.

A las 14:00, el Capitán manda reunir a toda la tripulación y a los 2 pasajeros en la cubierta del puente, y que se equipen con trajes de inmersión y chalecos salvavidas.

Durante todas las operaciones se mantiene contacto por VHF con Salvamento Marítimo de Las Palmas.

A las 14:15, el Capitán manda una brigada a popa de la cubierta superior para refrigerar exteriores con mangueras de agua.

A las 15:10, el Primer y el Segundo Oficial de puente, equipados con los elementos de protección individual correspondientes a la extinción de incendios, y apoyados desde el exterior, acceden a la sala de máquinas para comprobar su estado.

A las 15:30, el Primer Oficial comunica al Capitán que no hay fuego ni humo en la sala de máquinas, con lo que éste último declara extinguido el incendio.

Toda la tripulación comienza a comprobar la estanqueidad del buque y se permanece a espera de instrucciones de salvamento marítimo.

A las 18:30, la Salvamar Talia llega al buque y se reciben instrucciones de permanecer a la espera de la llegada del remolcador Miguel de Cervantes.

El Capitán decide que no existe riesgo y no se produce la evacuación del buque. Se permanece a la espera, hasta las 23:15 que el remolcador Miguel de Cervantes llega a la posición del buque.

A las 23:45, se hace firme el remolque por proa y se comienza a remolcar el buque hasta el puerto de Las Palmas.

El día 3 de agosto de 2018, a las 14:00 horas, el buque permanece remolcado a 3 millas de la estación de embarque de prácticos del puerto de Las Palmas en espera de práctico para entrar a puerto.

A las 17:50, se finaliza el remolque en popa y el remolcador VB Balear permanece en stand-by al costado.

Nota: Las horas indicadas son hora de bitácora.

2.2. SUGERENCIAS DE CAMBIO EN EL PROTOCOLO DE ACTUACIÓN.

Cuando se detectó la fuga de combustible se debiera haber parado el motor principal, y tratar de reparar la fugar, ya que no se podía proceder a su sustitución al no disponer de tubería de respeto.

Otro punto a destacar es que no se tuvo en cuenta la localización del poro en la tubería. Se debiera haber valorado si era posible que el combustible fugado llegase a una zona caliente, en este caso las turbos del motor principal, lo que sin duda puede hacer que se supere su temperatura de inflamación del

combustible y por lo tanto que se ocasionase un incendio. En este caso se hubiera podido instalar algún tipo de apantallamiento que evitara que el combustible llegara a una zona tan caliente.

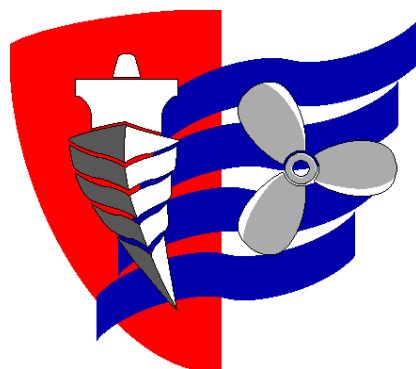
Las brigadas se formaron bastante rápido, sin embargo, no pudieron acceder a la sala de máquinas y así tratar de extinguir el fuego; esto fue debido a que una puerta estanca localizada en el pass way estaba abierta y el humo impedía la operación. Una medida a tomar sería revisar en cada maniobra que todas las puertas estancas estén cerradas.

Al realizarse la inspección y comprobación que el fuego estaba extinto no se pudieron realizar más labores en la sala de máquina debido a que no había electricidad y no se tenía conocimiento del estado estructural de dicha zona.

Aconsejar que antes de que la Salvamar Talia llega al buque se podían haber:

- Repasado los protocolos de seguridad (evacuación, supervivencia, ...)
- Impartido conocimientos de formación básica de seguridad en el mar a los pasajeros.
- Revisado las baterías de los distress de VHF y MF.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



3. MEMORIA DESCRIPTIVA

3. MEMORIA DESCRIPTIVA.

En este apartado se valorarán los daños producidos por el incendio en el buque, así como la causa del incendio y anexos de este mismo.

3.1. VALORACIÓN DE DAÑOS.

Una vez el buque atraca en el Puerto de La luz y de Las Palmas, en el muelle Virgen del Pino, el personal del seguro accede al buque y realiza una valoración de las instalaciones del buque que resultaron dañadas. Este análisis tuvo en cuenta los diferentes equipos, elementos y componentes; y se tuvieron en cuenta tanto los daños causados por fuego y temperatura como por humo.

Motor Principal.

Daños por Fuego y Temperatura.

- Culatas (Todas).
- Bombas Combustible (Todas).
- Balancines (B6 y B5).
- Inyectores (Todos).
- Turbo Compresores (Los 2 y todos los sensores de Temperatura y RPM).
- Tubería Respiro Cáster Sensores de Temperatura de Escape (Todos).
- Cableado Sensores de Temperatura (Todos).
- Cableado de todas las seguridades del M. P.
- Cableado Detector de Niebla del Cáster.
- Bombas Acopladas del M. P.
- Conductos de Escape Turbos Br y Es.
- Cuadro Seguridades M. P.

Daños por Humo.

- Enfriador de Barrido.

- Generador de Cola.
- Detector de Niebla del Cáster.
- Regulador M. P.
- Reductora M.P-Línea de Ejes.



Foto del motor principal después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Caldera de Puerto.

Daños por Fuego y Temperatura.

- Quemador completo y sus Elementos (Quemado Total).
- Cuadro Caldera Principal.
- Bomba de Circulación Thermal Oil.
- Presostato Diferencial de Presión Circulación Thermal Oil.
- Seguridades y Cableado eléctrico.
- Sensores de Temperatura y Presión Caldera.
- Tuberías Thermal Oil encima Caldera y M. P.
- Dampin Cooler.
- Válvulas Termostáticas (Las 2, así como sus elementos, sensores, accionamiento neumático, automatismos y controladores).
- Válvulas de Seguridad.
- Revisión de automatismos y cambio de elementos quemados.
- Tuberías Alimentación Combustible y juntas encima de la Caldera y M.P.
- Aislamiento y Refractarios en zonas Afectadas.

- Válvulas de Seguridad Thermal Oil.
- Paradas de Emergencia y Botonadura de Arranque/Parada Bombas de Circulación Thermal Oil.

Daños por Humo.

- Cuadro Mando Caldera.



Foto de la caldera de puerto después del incendio [Fte: Elaboración propia].



Foto dumpin cooler después del incendio [Fte: Elaboración propia].



Foto manómetros de la caldera después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Caldera de Gases de Escape.

Daños por Temperatura.

- Automatismo.
- Cableado Sensores de Temperatura y Fugas Thermal Oil.
- Sensores de Temperatura y Fugas Thermal Oil.
- Válvula de Seguridad Caldera de Escape.
- Aislamiento Térmico.

Daños por Humo.

- Suciedad Exterior.



Foto caldera de gases después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Módulo de Combustible.

Daños por Fuego Y Temperatura.

- Cuadro Eléctrico, Autómata Control y Maniobra de Bombas del Módulo (Quemado Total).
- Calentadores de Combustible.
- Bombas de Alimentación y Booster.
- Sensor de Viscosidad/Temperatura.
- Filtro Combustible Automático.
- Tanque Deareador Combustible.
- Cableado Módulo y Alimentación Cuadro Eléctrico.
- Válvula Termostática F/O.
- Flujómetro.
- Sensores de Temperatura y Presión.

Daños por Humo.

- Motores Eléctricos Bombas de Alimentación y Booster.



Foto módulo de combustible después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Calefacción M. P.

Daños por Temperatura.

- Cuadro Control Principal.
- Bomba circulación agua caliente.
- Bloque de Resistencia.
- Cuerpo Intercambiador de Calor.
- Cables de Alimentación Eléctrica.

Daños por Humo.

- Motor Eléctrico Bomba de agua circulación agua caliente.



Foto calentador eléctrico M.P después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Enfriador HT.

Daños por Temperatura.

- Juntas Enfriador.
- Válvulas Sistema.
- 4 termómetros de 0-100 °C.
- Purgas Tuberías.
- Termostática.
- Juntas de Tuberías.

Daños por Humo.

- Suciedad Exterior.



Foto enfriador HT después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Evaporador o Destiladora.

Daños por Fuego y Temperatura.

- Juntas Evaporador.
- Bomba Destilado.
- Salinómetro.
- Cableado de la Bomba y Salinómetro.
- Manómetro y vacuómetro.
- Tanque Química y Dosificador.
- Contador Destilado.
- Tapa Evaporador.
- Válvulas y Juntas del Sistema.
- Válvula de 3 Vías.
- Filtro Tratamiento Agua Destilada.
- Motor Eléctrico Bomba Destilado.

Daños por humo.

- Suciedad Exterior.



Foto evaporador después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Bombas.

Daño por Temperatura.

- Bomba HT (Cuadro Eléctrico) y Alimentación Eléctrica.
- Bomba LT #1 y #2 Alimentación Eléctrica.
- Bomba LT Puerto Alimentación Eléctrica.

Daño por Humo.

- Bomba HT Motor Eléctrico.
- Bomba LT #1 y #2 Motor Eléctrico.
- Bomba LT Puerto Motor Eléctrico.
- Bomba Prelubricación Aceite M.P Motor Eléctrico.



Foto bomba HT después del incendio [Fte: Elaboración propia].



Foto bomba LT navegación y puerto después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Compresor de Aire.

Daño Por Humo.

- Motores Eléctricos.
- Enfriadores de Aire y Ventiladores.

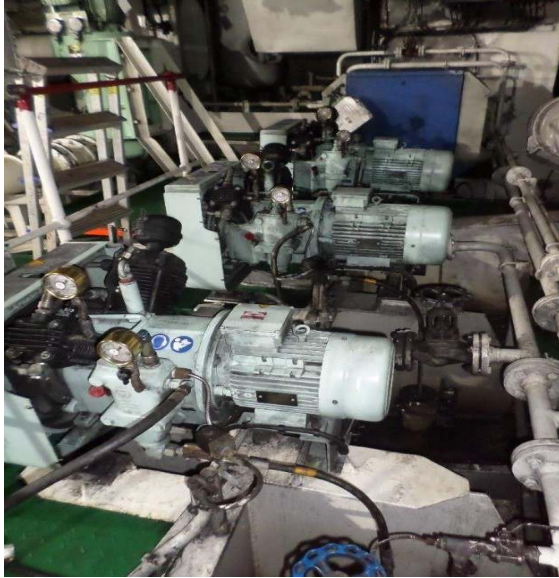


Foto compresores de aire después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Hélice de Popa.

Daños por Temperatura.

- Cuadro Eléctrico.
- Cableado Motor Eléctrico y Cuadro Eléctrico.
- Ventilador Resistencias de Arranque.

Daños por Humo.

- Motor Eléctrico.
- Cuadro Eléctrico.
- Resistencias de Arranque.



Foto cuadro eléctrico hélice lateral de popa después del incendio [Fte:

Elaboración propia].

Puerta Estanca de la sala de máquinas.

Daños por Fuego y Temperatura.

- Cuadro Eléctrico (Quemado Total).
- Bloque de Válvulas Hidráulicas.
- Acumulador de Presión.
- Cilindros Hidráulicos, 2 unidades.
- Bomba Hidráulica.
- Manual Señalización Acústica y luminosa.
- Automatismo.

Daños por Humo.

- Suciedad Exterior.



Foto accionamiento puerta estanca después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Motores Auxiliares.

Daño por Humo.

- Alternadores.
- Cuadros Mando.



Foto motores auxiliares después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Central CPP.

-Daños por Humo.

- Motores Eléctricos.
- Cuadros de Control.



Foto central CPP después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Reductora.

Daños por Temperatura.

- Termostatos y Presostatos.
- Seguridades.

- Cableado de Seguridades, Termostatos y Presostatos.
- Juntas de Tuberías y Enfriador de aceite.

Daños por Humo.

- Suciedad Exterior.



Foto reductora después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Sistema Water Mist.

Daños por Fuego y Temperatura.

- Cuadro Eléctrico Completo y Autómata.
- Válvulas Solenoides de Cada Zona (6 zonas).
- Tuberías Sistema, juntas y Toberas.
- Cableado Sistema.
- Automatismo.
- Detectores de Fuego, Llama y Cableado.
- Señal Luminosa, sonora y cableado.

Daños por Humo.

- Sin daños aparentes.



Foto sistema de control del water mist después del incendio [Fte: Elaboración propia].



Foto sistema wáter mist después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Sistema CO2.

Daño por Temperatura.

- Rellenado Botellas.
- Perdida de Estanqueidad sistema.
- Tuberías en zonas quemadas (M.P, Caldera y Módulo Combustible).

Daños por Humo.

- Suciedad Exterior.



Foto sistema CO2 después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Ventiladores en Sala de Máquinas.

Daños por Temperatura.

- Ventilador Taller.
- Ventilador Sala Depuradoras.

Daños por Humo.

- Suciedad Exterior.



Foto ventilador sala de máquinas después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Cuadros Eléctricos.

Daños por Fuego, Temperatura, Humo y/o Disparo de CO2

Pizarra Control Principal en Consola de Máquinas.

- Autómata Deif Inter Conexión.
- Equipos en Corto (Winche Amarre Popa # 1 y # 2, Bomba Servo Timón # 1, Cuadro Distribución Taller Máquinas, Interruptores Cajas Enchufes de Frigoríficos Bodega y Bodeguín.
- Bomba Servo Timón # 2 (Alimentada G/E).

Cuadro Pupitre de Mando.

- Alarmas M.P y Seguridades.
- Termómetros Gambuza.
- Indicaciones de Caldera.
- Medidores Analógicos de Presión, Temperatura y Revoluciones de Equipos.
- Panel Servo Timón y Probar.
- Panel de Mando M. P.
- Unidad Común de Alarma en Corto.
- Repetidor de Alarmas C.I.
- Panel Water Mist, Cuadro 723 Plus y Cuadro Control CPU.

Cuadro Distribución (3.8 -450v) (Entrada Puerta Estanca).

- Equipos en Corto y elementos dañados.

Cuadro Distribución (3.1.1 y 3.1.2 -450v) (Sala Depuradora).

- Suciedad exterior.

Cuadros Depuradoras (G/O, F/O y L/O).

- Suciedad exterior.

Cuadro Máquina Principal (DBPZ -230v) (Frente al Módulo de Combustible).

- Completo en Corto.
- Elementos quemados.

Cuadro Comprobación en Pañol Eléctrico.

- Suciedad exterior.

Cuadro CPU 24 v Control de Alarmas y Seguridades (En Pañol Eléctrico).

- Completo en Corto.

- Elementos quemados.

Cuadro Distribución Taller (3.4 - 450v) (al lado izquierdo del Torno).

- Completo en Corto.
- Elementos quemados.

Cuadros Compresores de Aire.

- Suciedad exterior.

Cuadro Bombas HT.

- Cuadro nuevo con todo.

Cuadro Bombas LT.

- Suciedad exterior.

Cuadro MSB (230 v) (Frente a Transformadores).

- Interruptor Magnetotérmico DBP 7 en corto.

Transformadores.

- Suciedad exterior.

Cuadro DBP8 (230 v) (Entrada Control de Máquinas).

- Suciedad exterior.

Cuadro Bomba C.I Thermal Oil (Frente a TK Agua Water Mist).

- Suciedad exterior.

Cuadro E DBP5 y E DBP6 (230 v) (Bajada Sala de Máquinas).

- Suciedad exterior.

Cuadro Ventilador Sala de Máquinas y Auxiliares (En Pass Way Caldera Escape).

- Trompeta encima Quemador.

Cuadro Ventiladores (En Pass Way Caldera Escape).

- Elementos quemados.

Cuadro Paradas de Emergencia Ventiladores y Módulo Combustible (En Pass Way) Cuadro Sistema C02 (En Pass Way).

- Elementos quemados.

Cuadros Sala de Bombas (Todos)

- Suciedad exterior.



Foto cuadro sala de bombas después del incendio [Fte: Elaboración propia].



Foto cuadro sala de máquinas después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Cableado Sala Máquinas (Quemado).

Daño por Fuego, Temperatura y Humo.

- Cableado iluminación Principal y Emergencia y sus luminarias.
- Cableado Enchufes y sus Enchufes.
- Cableado Sistema C.I y todos sus elementos (Bocina, Señalización, Iluminación ... etc.).
- Cableado Ventiladores.

- Cableado Water Mist.
- Cableado Caldera (todas sus alimentaciones).
- Cableado Seguridades Motor Principal.
- Cableado Módulo de Combustible.
- Cableado Sistema Control y Monitorización de alarmas.
- Cableado Bombas (HT, LT # 1 y LT # 2, LT Puerto (Entrada alimentación al Motor, Circulación Thermal Oil (2 bombas))).
- Cableado Calefacción M. P.
- Cableado de Equipos en Corto.
 - Winche Amarre Popa # 1 y # 2.
 - Bomba Servotimón # 1.
 - Enchufes Todas las Cajas de Bodega y Bodeguín Tráiler de Frío.



Foto cableado sala de máquinas después del incendio [Fte: Elaboración propia].



Foto cableado sala de máquinas después del incendio [Fte: Elaboración propia].

Tubería y Calderería.

Tubería Daño por Fuego y Temperatura.

- Tuberías Hidráulicas Tapa Bodeguín.
- Tubería Thermal Oil encima M.P, Caldera y Módulo de Combustible.
- Tubería Water Mist y Toberas encima M. P.
- INP de Maniobra Culatas (2 tramos quemados).

Daños por Humo.

- Suciedad Exterior.



Foto tuberías sala de máquinas después del incendio [Fte: Elaboración propia].



Foto tuberías sala de máquinas después del incendio [Fte: Elaboración propia].

La valoración de daños fue ejecutada por personal del seguro, a la llegada a puerto. Designaron tres personas que ingresaron al buque para hacer una primera inspección visual.

A los dos días volvieron dos de esas personas para realizar una recogida de datos más exhaustiva, necesaria para poder documentar el informe. Realizaron fotografías de las diferentes máquinas e instalaciones, catalogando todos los elementos y entrevistaron a todos los oficiales que se encontraba a bordo del buque. Este proceso fue bastante minucioso, ya que prestó gran atención a todos los pequeños detalles, y duró unos 4 días.

Cabe destacar que el informe final se le entregó a la compañía transcurridas 5 semanas.

Bajo mi punto de vista, considero que el tiempo empleado en la elaboración, redacción y presentación del informe resultó excesivo, y no debiera haber superado las 3 semanas, debido a que la compañía lo necesitaba para elaborar un plan de reparación. Hay que considerar que cualquier dilación en el tiempo tiene un perjuicio económico para el armador/la propiedad, ya que supone que el buque está inoperativo en puerto.

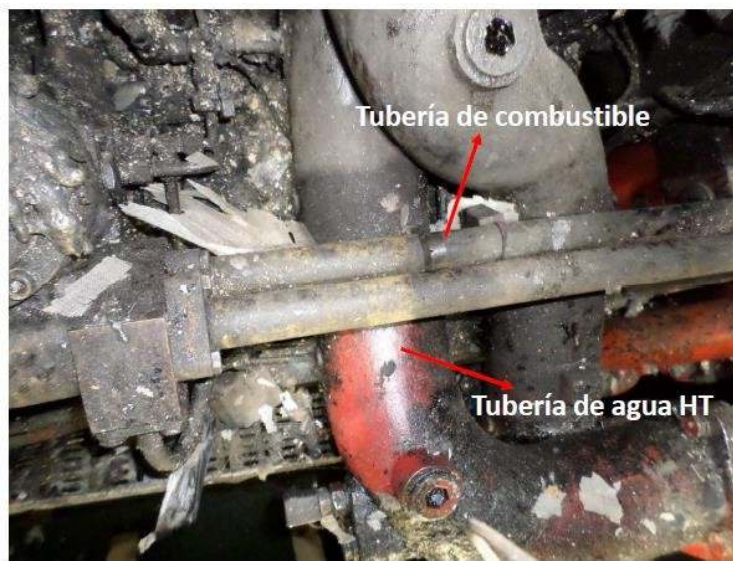
3.2. CAUSAS DEL INCENDIO.

Según se determina en el informe emitido por el seguro, la causa del incendio fue un poro en el tramo de la tubería de alimentación de combustible de la bancada B, tubería que va del filtro a la primera bomba de combustible del motor principal. Este hecho causó una pérdida de combustible pulverizado, que, al alcanzar zonas calientes del motor, superó su temperatura de ignición y por lo tanto provocó el incendio.



Foto poro en tubería de combustible después del incendio. [Fte: Elaboración propia]

La causa de la creación del poro en dicha tubería ha sido debida al rozamiento producido sobre la tubería por una abrazadera de sujeción, que se encontraba suelta. Debido a las vibraciones del motor dicha abrazadera se desplaza hacia popa, hasta chocar con el tubo de agua de HT, elemento que no le permite continuar su camino hacia popa. En esa posición empieza a provocar desgaste tanto en la parte superior del tubo de combustible, como en el tubo de agua dulce; al primero llegó a perforarlo, pero no al segundo, ya que este último tiene mayor grosor de pared.



Fotos tubería de combustible y HT después de la limpieza de la zona [Fte: Elaboración propia].

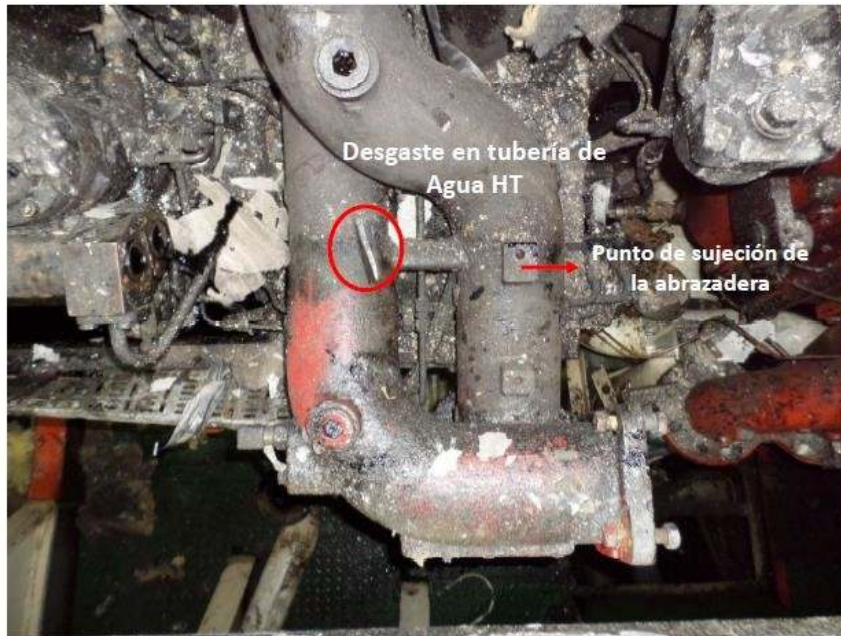
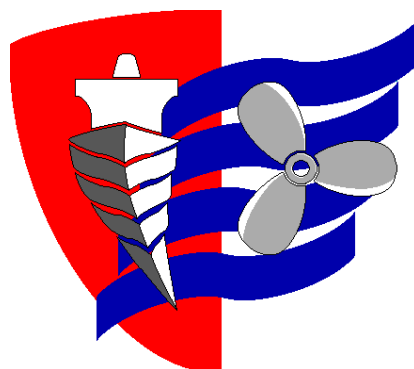


Foto del desgaste de las tuberías después de la retirada de las tuberías de combustible [Fte: Elaboración propia].

3.3. ANEXOS 2 y 3. Al final del documento (págs. 69 a 74), se encuentran los anexos 2 y 3, que incluyen el sistema de alimentación de combustible afectado, y los planos del sistema de alimentación de combustible afectado, de sala de máquinas y del motor principal

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



4. ACCIONES CORRECTIVAS

4. ACCIONES CORRECTIVAS.

Una vez la compañía recibe el informe técnico de las averías producidas por el incendio, se prepara a realizar las acciones correctivas siguientes en astillero por los diversos talleres contratados, así como el coste de las mismas. El nombre de los diversos talleres será omitido por cuestiones de confidencialidad.

4.1. REPARACIÓN.

En este apartado se explicará los trabajos realizados en cada elemento.

Motor principal.

- Desmontar culatas.
- Desmontar bombas de combustibles.
- Tapa de balancines nuevas (B6 y B5).
- Desmontar cilindros de parada.
- Desmontar turbos.
- Desmontar enfriador.
- Mantenimiento detector de niebla del cárter (Visatron).
- Cambiar cableado de todos los sensores y seguridades.
- Revisión Vulkan M.P.
- Desmontar alternador y comprobar cableado
- Desmontar regulador y realizar mantenimiento
- Mantenimiento regulador aire de carga
- Cambiar tubería alimentación de combustible
- Desmontar trenes alternativos y bancada (limpieza, inspección, medición y cambios de elementos fuera de medida
- Toma de flexiones cigüeñal, medición y ensayo de dureza
- Inspección de 2 cojinetes más cercanos al foco del incendio y uno intermedio del árbol de levas; comprobación de holguras.



Foto motor principal después de la reparación [Fte: Elaboración propia].

Caldera de Puerto.

- Quemador completo y sus Elementos (Sustitución).
- Cuadro eléctrico de la Caldera (Revisión de todos los elementos eléctricos y cambio elementos quemados).
- Bomba de Circulación Thermal Oil (Desmontaje y mantenimiento) y Motores Eléctricos (Pruebas Stand By).
- Presostato Diferencial de Presión Circulación Thermal Oil (Sustitución).
- Seguridades y Cableado eléctrico (Sustitución).
- Sensores de Temperatura y Presión Caldera (Revisión y sustitución de afectados por nuevos).
- Tuberías Thermal Oil (Cambio de juntas y tramos de tuberías en zona quemada).
- Dampin Cooler (Desmontaje, limpieza y prueba de presión).
- Válvulas Termostáticas (Sustitución por 2 nuevas, así como sus elementos, sensores, accionamiento neumático, automatismos).
- Válvulas del Sistema (revisión y comprobación de su estado, cambio de las defectuosas).
- Revisión de automatismos y cambio de elementos quemados Sistema Alimentación Combustible (Revisión de tuberías, cambio de juntas quemadas, cambio tuberías quemadas, pruebas de presión y stand-by de Bombas).

- Refractarios Interior (Revisión del aislamiento y cambio en zonas afectadas).
- Válvulas de Seguridad Thermal Oil, (Desmontaje, sustitución, tarado y prueba)
- Deareador Tk Thermal Oil Deareación (Desmontaje y mantenimiento).



Foto caldera después de la reparación [Fte: Elaboración propia].

Caldera de Gases de Escape.

- Limpieza Exterior.
- Sensores de Temperatura, y Fugas Thermal Oil (Comprobación y cambio de elementos afectados).
- Válvulas de Seguridad Thermal Oil, (Desmontaje, sustitución, tarado y prueba)
- Sensores de Temperatura y Seguridades (Revisión y cambio de cableado).
- Destapar tapas y limpiar interiormente.
- Sistema de Limpieza de los Tubos de la Caldera (Comprobación y sustitución de elementos dañados).
- Aislamientos térmicos (Revisión y sustitución).

Módulo de Combustible.

- Calentadores de Combustible (Desmontaje, limpieza, mantenimiento, pruebas de presión y pruebas/tarado de Válvulas de Seguridad).

- Bombas de Alimentación y Booster (Desmontaje del Motor Eléctrico, limpieza y mantenimiento).
- Sensor de Viscosidad/Temperatura (Sustitución, así como revisión y cambio de cableado afectado hasta Sala de Máquinas).
- Filtro Combustible Automático (Comprobación/Reparación).
- Filtro Deareador Combustible (Comprobación/Reparación).
- Cables en zonas quemadas (Comprobación y cambio de los afectados).
- Termostática F/O
- Flujoímetro (Mantenimiento / Cambio).
- Sensores de Temperatura y Presión (Revisión y cambio de afectados).



Fotos módulo de combustible nuevo [Fte: Elaboración propia].

Calefacción M.P.

- Bomba de Agua (Revisión y cambio elementos quemados)
- Resistencias, (Revisión y cambio del aislamiento quemado, y prueba de estanqueidad)



Foto calentador eléctrico M.P después de la reparación [Fte: Elaboración propia].

Enfriador HT.

- Desmontaje, limpieza y montaje.
- Juntas (Revisión y cambio de las afectadas).
- Válvulas entradas y salida (Desmontaje, revisión y cambio de las afectadas).
- Termómetros de 0-100 °C (Sustitución).
- Purgas de Tuberías (Cambio).
- Termostática (Desmontaje, limpieza y comprobación).

Enfriador LT.

- Desmontaje, limpieza y montaje.
- Juntas (Revisión y cambio de defectuosas).

Evaporador o Destiladora.

- Desmontaje, limpieza y montaje.

- Juntas (Revisión y cambio de las afectadas).
- Bomba Destilado (Sustitución por nueva).
- Salinómetro (Sustitución por nuevo).
- Manómetro y vacuómetro (Sustitución por nueva).
- Tanque Química y Dosificador (Sustitución por nuevos).
- Contador Destilado (Sustitución por nuevo).
- Tapa Evaporador (Sustitución por nueva).
- Válvulas y Juntas del Sistema (Revisión y cambio de afectadas).
- Válvula de 3 Vías (Sustitución por nueva).
- Filtro Tratamiento Agua Destilada (Sustitución por nuevo).
- Motor Eléctrico Bomba Destilado (Revisión y mantenimiento).



Foto evaporador después de la reparación [Fte: Elaboración propia].

Bombas.

- Bombas LT # 1 y # 2 (Desmontaje de los Motores Eléctricos, y mantenimiento).
- Bomba HT (Desmontaje del Motor Eléctrico, y mantenimiento).
- Bomba LT Puerto (Desmontaje del Motor Eléctrico, y mantenimiento; sustitución del cable eléctrico de alimentación a la Bomba).
- Bomba Lubricación Aceite M.P (Desmontaje del Motor Eléctrico, y mantenimiento).



Fotos bombas de LT después de la reparación [Fte: Elaboración propia].

Hélice de Popa.

- Motor Eléctrico (Limpieza y comprobación del nivel de aislamiento eléctrico).
- Cuadro Eléctrico (Limpieza, cambio de elementos quemados, comprobación del nivel de aislamiento, comprobación del funcionamiento de los interruptores y del Autómata).
- Grupo Resistencias (Desmontaje del ventilador y mantenimiento, limpieza del grupo de resistencias, medida de las resistencias y comprobación del nivel de aislamiento).

Puerta Estanca.

- Cuadro Eléctrico (Sustitución por uno nuevo).
- Bloque de Válvulas Hidráulicas (Sustitución por uno nuevo).
- Acumulador de Presión (Sustitución por uno nuevo).
- Montaje Cilindros Hidráulicos, 2 unidades (Mantenimiento).
- Prueba de funcionamiento y automatismo.



Foto puerta estanca después de la reparación [Fte: Elaboración propia].

Motores Auxiliares.

- Alternadores (Mantenimiento, barnizado, cambio de rodamientos, de sensores de fase y del puente rectificador de diodo).
- Cuadros Mando (Limpieza y comprobación).

Central CPP.

- Bombas Hidráulicas y Motores Eléctricos y mantenimiento (Desmontaje y mantenimiento).
- Sistema de Pruebas Stand-by Bombas (Cambio de aceite).

Reductora.

- Termostatos y Presostatos (Revisión y sustitución de averiados).
- Seguridades (Revisión y sustitución de averiados)..
- Enfriador de Aceite (Desmontaje, limpieza y pruebas de presión).
- Juntas en tuberías (Revisión y cambio de las quemadas).
- Bomba Prelubricación (Revisión y mantenimiento).



Foto reductora después de la reparación [Fte: Elaboración propia].

Sistema Water Mist.

- Cuadro Eléctrico (Cambio completo incluido el Autómata).
- Válvulas Solenoides de Cada Zona (6 zonas) (Sustitución).
- Tuberías Zona Motor Principal y Caldera con Toberas (Sustitución).
- Prueba de funcionamiento y automatismo.



Fotos sistema wáter mist después de la reparación [Fte: Elaboración propia].

Sistema CO2.

- Inspección Total del sistema.
- Botellas (Rellenado de las usadas y comprobación de las demás).

- Prueba Presión al Sistema.
- Certificación.

Ventiladores en Sala de Máquinas.

- Ventilador del Taller (Sustitución, Limpieza del conducto).
- Ventilador de la Sala de Depuradoras (Desmontaje, limpieza, limpieza del conducto, cambio de rodamientos del motor eléctrico y equilibrado).

Cuadros Eléctricos.

Pizarra Control Principal en Consola de Máquinas.

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.
- Autómata de Inter Conexión sin alimentación.
- Equipos en Corto (Guinche Amarre Popa # 1 y # 2, Bomba Servo Timón # 1, Cuadro Distribución Taller Máquinas, Interruptores Cajas Enchufes de Frigoríficos Bodega y Bodeguín.
- Comprobar Bomba Servo Timón # 2 (Alimentada G/E).

Cuadro Pupitre de Mando.

- Comprobar Alarmas M.P y Seguridades.
- Alimentar Termómetros Gambuza.
- Alimentar Indicaciones de Caldera.
- Comprobar Medidores Analógicos de Presión, Temperatura y Revoluciones de Equipos.
- Alimentar Panel Servo Timón y Probar.
- Alimentar Panel de Mando M. P.
- Unidad Común de Alarma en Corto, Reparar/Cambiar.
- Alimentar y Comprobar Repetidor de Alarmas C. I.
- Comprobar y Limpiar Panel Water Mist, Cuadro 723 Plus y Cuadro Control CPU.

Cuadro Distribución (3.8 -450v) (Entrada Puerta Estanca).

- Revisión Equipos en Corto y cambiar elementos dañados.
- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro Distribución (3.1.1 y 3.1.2 -450v) (Sala Depuradora).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadros Depuradoras (G/O, F/O y L/O).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro Máquina Principal (DBPZ -230v) (Frente al Módulo de Combustible).

- Alimentar, Completo en Corto.
- Cambio Elementos quemados.
- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro Comprobación en Pañol Eléctrico.

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro CPU 24 v Control de Alarmas y Seguridades (En Pañol Eléctrico).

- Alimentar, Completo en Corto.
- Cambio Elementos quemados.
- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro Distribución Taller (3.4 - 450v) (al lado izquierdo del Torno).

- Alimentar, Completo en Corto.
- Cambio Elementos quemados.
- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadros Compresores de Aire.

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro Bombas HT.

- Cuadro nuevo con todo.

Cuadro Bombas LT.

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro MSB (230 v) (Frente a Transformadores).

- Limpieza y medición aislamiento.
- Interruptor Magnetotérmico DBP 7 en corto.

Transformadores.

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro DBP8 (230 v) (Entrada Control de Máquinas).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro Bomba C.I Thermal Oil (Frente a TK Agua Water Mixt).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro E DBP5 y E DBP6 (230 v) (Bajada Sala de Máquinas).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro Ventilador Sala de Máquinas y Auxiliares (En Passway Caldera Escape).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.
- Trompeta encima Quemador.

Cuadro Ventiladores (En Pasway Caldera Escape).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.
- Cambio Elementos quemados.

Cuadro Paradas de Emergencia Ventiladores y Módulo Combustible (En Passway).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadro Sistema C02 (En Passway).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cuadros Sala de Bombas (Todos).

- Limpieza y medición del nivel de aislamiento.

Cableado de la Sala Máquinas (Quemado).

- Cableado de la iluminación Principal y Emergencia y sus luminarias.
- Cableado de los Enchufes y sus Enchufes.
- Cableado del Sistema C.I y todos sus elementos (Bocina, Señalización, Iluminación ... etc).
- Cableado de los Ventiladores.
- Cableado del sistema Water Mist.
- Cableado de la Caldera de puerto (todas sus alimentaciones).
- Cableado de las Seguridades del Motor Principal.
- Cableado del Módulo de Combustible.

- Cableado del Sistema de Control y Monitorización de alarmas.
- Cableado de Bombas (HT, LT # 1 y LT # 2, LT Puerto (Entrada de alimentación al Motor), Circulación Thermal Oil (2 bombas)).
- Cableado del sistema de Calefacción M.P.
- Cableado de Equipos en Corto (Winche Amarre Popa # 1 y # 2, Bomba Servotimón # 1, Enchufes y todas las cajas de Bodega y Bodeguín)



Fotos recableado [Fte: Elaboración propia].

Tubería y Calderería.

- Tuberías Hidráulicas Tapa Bodeguín (Cambio de las tuberías quemadas).
- Tubería Thermal Oil (Cambio de las quemadas)
- Tubería Water Mist y Toberas (Cambio de todas).
- INP de Maniobra Culatas (Cambio de dos tramos quemados).

Trabajos- Limpieza por Incendio.

- Limpieza a fondo de la Sala de Máquinas y Guarda calor.
- Desmontaje, sustitución y montaje de los Aislamientos Ignífugos Quemados en la Sala de Máquinas.



Fotos tuberías de gases de escape después de la limpieza [Fte: Elaboración propia].

Trabajos Adicionales.

- Ascensor de Carga (Desmontaje del Cilindro de Maniobra, Cambio de Retenes, mantenimiento y prueba de presión/ Latiguillos Ascensor (Cambio por homologados)).
- Casetas de Ventilación (Rejillas Ventilación (Reparación y Mantenimiento) / Cierres y Damper de Ventilación (Aligerado)).
- Cubierta Exterior de Garaje y Bodeguín (Saneado).
- Techo Bodeguín (Pintura).
- Cajoneras Barras Tensores, Cubierta Superior Es-Proa (Reparación).
- Puertas de Prácticos Br-Es (Reparación).
- Volante Cierre de Ventilación Chimenea (Reparación).
- Tuberías de Achique y Agua Salada (Reparación según daños).
- Conducto de Ventilación Sala de Máquinas (Desmontaje, Miniado, Pintado y Montaje).

4.2. PRESUPUESTO VALORACIÓN DE DAÑOS.

La reparación, realizada por diversos talleres externos a la empresa, tardó un total de 5 meses desde que se empezaron a realizar las acciones correctivas. Tuvo un coste aproximado de 1.800.000 euros, que se reparten de la siguiente manera:

Reparación del motor principal:

El coste de los elementos a reparar del motor principal fueron unos 145.000 euros, a todo esto, se le suman unos 49.000 euros de la mano de obra; en dicho trabajo participaron 5 técnicos especializados, apoyados por el personal de máquinas del buque.

Reparación del módulo de combustible:

El coste del módulo entero fue de 140.000 euros, a todo esto, se le suman unos 47.000 euros de la mano de obra; en dicho trabajo participó 1 técnico especializado apoyado el personal de máquinas del buque.

Reparación de la caldera de puerto:

El coste de los elementos a reparar de la caldera fueron unos 100.000 euros, a todo esto, se le suman unos 34.000 euros de la mano de obra; en dicho trabajo participaron 3 técnicos especializados apoyados por el personal de máquinas del buque.

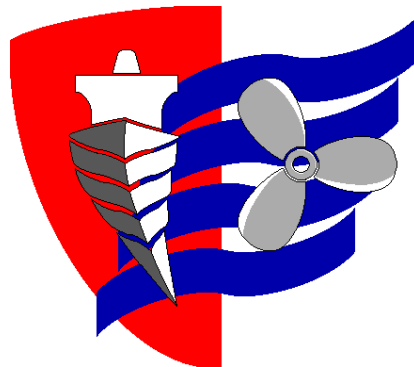
Reparación y mejoras eléctrica:

Esta parte es la que se llevó la mayoría del presupuesto debido a que fueron como unos 10Km de cables y muchos cables como los de las hélices de maniobra y el cableado híbrido de válvulas son muy costosos; el recableado, el mantenimiento y todos los elementos eléctricos nuevos costaron unos 820.000 euros, a todo esto, se le suman unos 410.000 euros de la mano de obra; en dicho trabajo participaron 16 técnicos especializados apoyados por el personal de máquinas del buque.

Trabajos adicionales:

El coste de todos los trabajos adicionales fueron unos 37.000 euros, a todo esto, se le suman unos 18.000 euros de mano de obra; he dicho trabajo participaron 4 técnicos especializados apoyados por el personal de máquinas del buque.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



5. ACCIONES PREVENTIVAS

5. ACCIONES PREVENTIVAS.

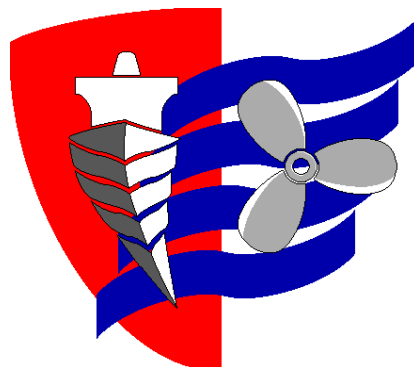
El objetivo primordial, una vez ocurrido este accidente, ha sido analizar los hechos acontecidos al objeto de mejorar los sistemas de protección y seguridad del buque. Para ello se ha realizado un análisis pormenorizado de las causas y consecuencias del incendio y se han tomado las siguientes acciones:

ACCIONES ISM ADOPTADAS:

- Los miembros de la tripulación asignados a la Sala de Máquinas deben ser conscientes de los riesgos asociados a los puntos/zonas calientes, además de estar preparados para eliminarlos. Existen estudios que reflejan que más del 60% de los incendios ocurridos en sala de máquinas se han iniciado al entrar en contacto combustible/aceite con una zona/punto caliente.
- Las zonas calientes de los motores principales y auxiliares han de revisarse al menos una vez en semana y han de estar siempre limpias y sin presencia de combustibles o aceites de fugas. Si se detectan fugas éstas han de ser corregidas de inmediato y se mantendrán monitorizadas hasta que se hayan eliminado por completo.
- Se implantará en SIMAN, como mantenimiento preventivo, la inspección semanal de las zonas calientes de los motores y la inspección detallada cada 10.000 horas de las Tuberías de alimentación de combustible de las Bancadas A y B del Motor Principal y de los elementos de sujeción de dichas tuberías.
- Todas las uniones embridadas de tuberías de combustible han de ser estancas y estar protegidas mediante cintas anti-spray certificadas.

- La tripulación se asegurará de que los aislamientos de escapes y las protecciones térmicas de las zonas calientes se encuentren debidamente instalados y en buenas condiciones. En caso contrario habrá que renovarlos. Se prestará especial atención a la colocación de dichos elementos una vez se finalicen trabajos de mantenimiento en los motores principales o auxiliares.
- Semanalmente se probará la alarma de fugas de combustible de los motores.
- Cumplir el plan de mantenimiento de los equipos y sistemas contra incendios y realizar los ejercicios de emergencia establecidos en el Manual de Gestión de la Seguridad al objeto de mejorar la capacitación de la tripulación en el uso de dichos equipos.
- Recordar en todas las reuniones de seguridad en el buque, la importancia de los siguientes aspectos:
 - Que la tripulación conozca la ubicación de las paradas de emergencia (ventilación, bombas de combustible/aceite térmico, paradas de M.P.)
 - Conocimiento del uso los medios de extinción disponibles a bordo, en concreto sistema de extinción local de sala de máquinas (water mist) y CO₂.
 - Cumplir con el plan de mantenimiento preventivo establecido para el buque
 - Se dan instrucciones al Capitán para que esta circular sea leída y comentada entre los mandos del buque a su recepción y adjunta a los relevos de Jefatura.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



**6. MEJORAS TÉCNICAS
REALIZADAS**

6. MEJORAS TÉCNICAS REALIZADAS.

Tras la realización del análisis pormenorizado de los daños provocados por el incendio, y con la aprobación de la Sociedad de Clasificación del buque, DNV-GL, se realizaron las siguientes mejoras técnicas en las instalaciones del buque:

Conexión entre la parada de emergencia del motor principal y la parada de la bomba del módulo de combustible.

Se averiguó que, cuando la tripulación detectó el incendio y, haciendo uso de la parada de emergencia, paró el motor principal, la bomba del módulo de combustible continuó en funcionamiento; esta no paró hasta que la tripulación pudo acceder al local de las paradas de emergencia situado en el passway. Esto implica que, hasta que no se detuvo la bomba se estuvo introduciendo combustible en la sala.

Instalación de la CPU en una nueva localización.

Tras el incendio se detecta que tanto los cables de alimentación de la CPU del motor principal; como los del sistema de alarma y control, que van desde la CPU (localizada en el taller eléctrico), hasta la consola de mando (situada en la sala de control de máquinas), pasaban por la cámara del motor principal. Esta situación provoca que, en caso de un incendio en sala de máquinas, el buque pueda quedar en situación de “buque muerto”.

Con la aprobación de la Sociedad de Clasificación, se instala la CPU en una nueva localización fuera de sala de máquinas, en el Passway, en el costado de estribor. Los cables para esta nueva localización se sacaron de la sala de control de máquinas



Foto nueva localización CPU [Fte: Elaboración propia].

Instalación de interconexiones

Para facilitar la renovación del cableado eléctrico dañado en el incendio, se colocaron tres cajas independientes de conexiones para segmentar las distintas zonas de cableado; así mejorar la instalación y poder realizar con más facilidad las acciones correctivas



Foto caja de conexión nueva [Fte: Elaboración propia].

Instalación del panel de control del sistema de agua nebulizada (Water mist) en una nueva localización.

El panel de control del sistema de extinción por agua nebulizada de la sala de

máquinas (water mist) estaba situada en el mamparo de la cámara del motor principal y por el calor generado en el fuego quedó seriamente dañado durante el incendio.

Con la aprobación de la Sociedad de Clasificación, se ha instalado el panel de control de este sistema en una nueva localización, en concreto en la upper deck, próximo a la bomba de water mist.

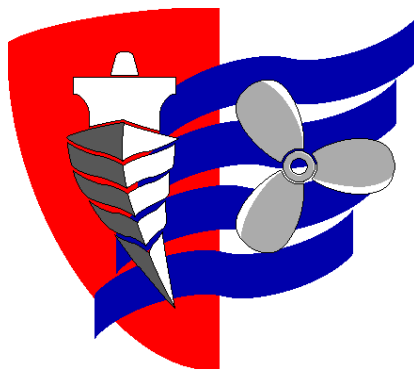


Foto del panel de control del sistema water mist dañado por el incendio [Fte: Elaboración propia].



Foto de la nueva situación del panel de control [Fte: Elaboración propia].

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



7. CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES.

Tal y como se puede comprobar, el objetivo principal del presente trabajo ha radicado en el análisis del incendio producido en un buque.

Para ello, se ha comenzado por un breve relato de los hechos acaecidos durante los primeros días de agosto de 2018, destacando las acciones adoptadas, por parte de los oficiales, con el fin de erradicar incendio y culminando con el remolque del buque a puerto.

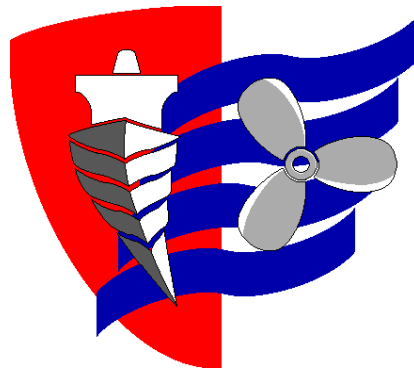
A continuación, se ha procedido a detallar la valoración realizada por el seguro de los daños producidos en diferentes equipos e instalaciones, entre los que destacan: motor principal, caldera de puerto, caldera de gases de escape; de dicha valoración es de destacar el amplio margen temporal que se dedicó a la elaboración del informe final.

Seguidamente, se ha detallado con mayor precisión la causa del incendio (una pérdida de combustible pulverizado que alcanzó zonas calientes del motor, originando su combustión y provocando el incendio), sobre la cual se han adjuntado, para una mejor percepción, una serie de imágenes en las que se puede comprobar la perforación de la tubería.

Finalmente, se han detallado las acciones correctivas adoptadas para concluir especificando el coste total de la reparación ejecutada con especificación de las cantidades destinadas a cada fin. Asimismo, en relación con las acciones preventivas, se ha realizado un análisis pormenorizado de las consecuencias del incendio. Por último, se han indicado, con sumo detalle y con base en las fotografías adjuntas, las mejoras técnicas realizadas: conexión entre la parada de emergencia del motor principal y la parada de la bomba del módulo de combustible, instalación de la CPU en una nueva localización, instalación de interconexiones e instalación del panel de control del sistema de agua nebulizada en una nueva localización.

Para concluir, cabe decir que, sin duda y desde mi punto de vista, un incendio en un barco es una de las peores situaciones que se pueden producir a bordo; para que este tipo de situaciones no se produzcan, o se minimicen los daños, hace falta una buena formación del personal a bordo y también un buen mantenimiento preventivo de todos los elementos propensos a producir este tipo de accidentes.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

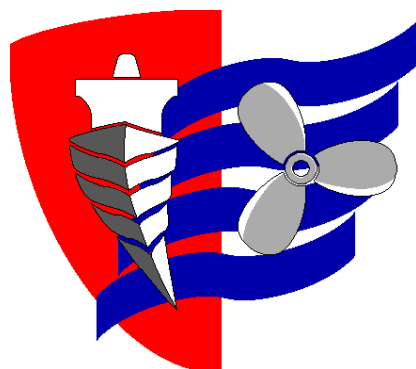


8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- En este enlace que redirige al BOE está regulado la comisión (CIAIM) en el artículo 265.
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-16467>.
- Manual del motor principal del buque (MAK 12M 32C).
- Planos estructurales del buque.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ANEXOS

[illegible]

Anexo II: Sistema de alimentación de combustible afectado [Fuente: Manual motor principal].



Fuel Distributor Manifold Repair / Disassembly and reassembly

A5.05. 07.15.01.56

VM32

See also:

Spare parts list: B1.05.07.9.8510

Time requirement: 1 Pers./ 0,50 h

Personnel qualification: skilled engine hand

Operating medium: Heavy fuel and distillate fuel

07

Tools:

Torque wrench 40 - 180 Nm
Torque wrench 20 - 90 Nm

W1* 1.9454-040
W2* 1.9454-020

*not shown

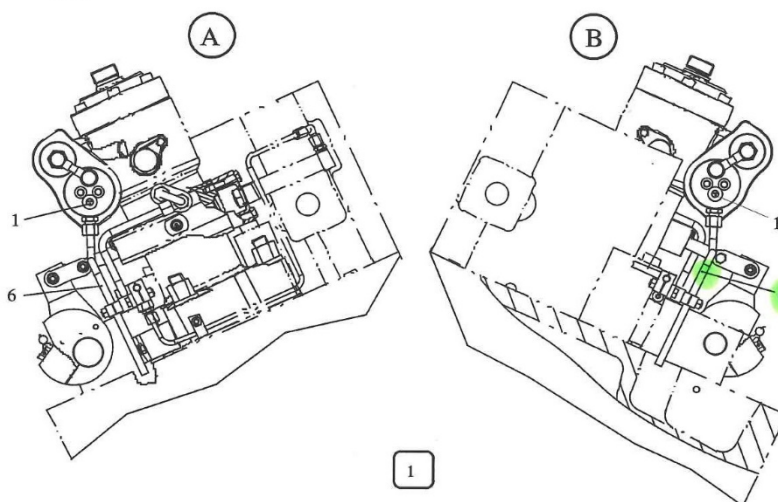
Aids:

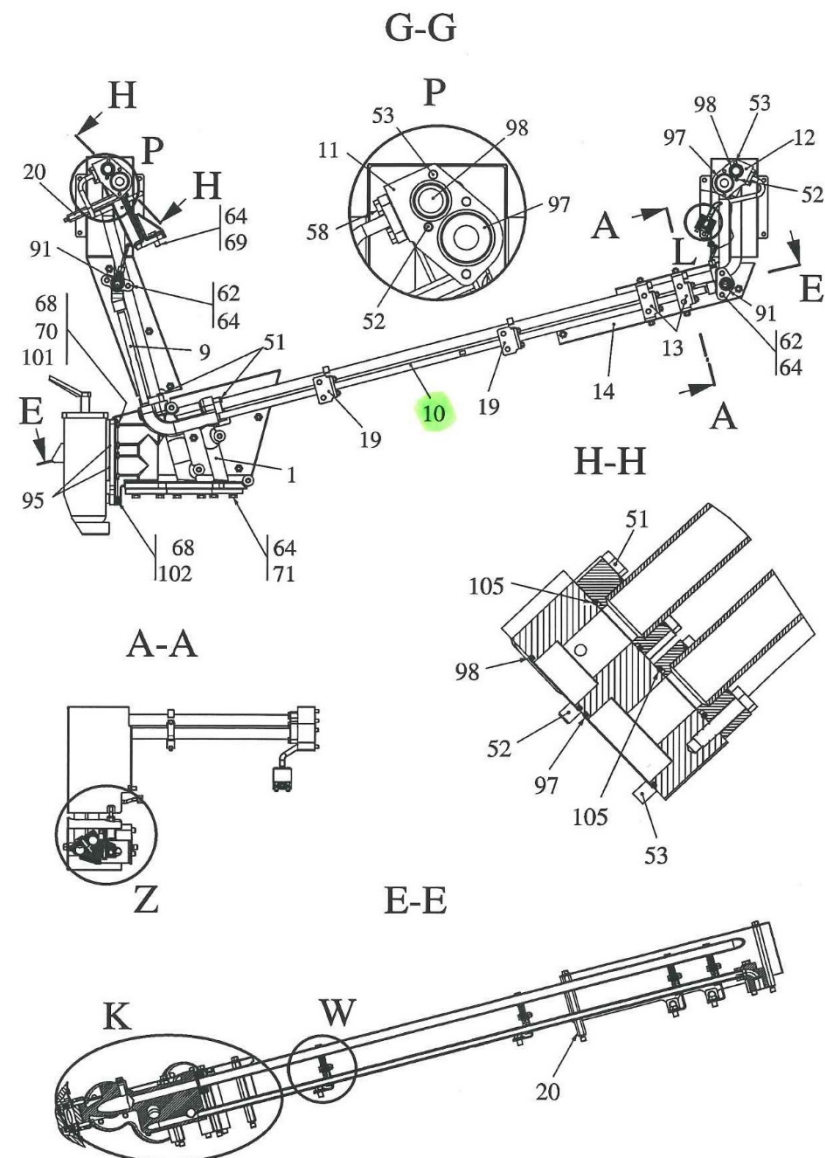
Molykote paste "G-Rapid Plus" **
** or equivalent product

Procedure:

1. Disassembly

- 1.1 Remove pump chamber covering.
- 1.2 Close shut-off valves, loosen screw plug (Fig.1/1) by approx. 3 turns to drain fuel distributor line.





**Kraftstofffilterleitung-Anbau**

B1.05.07. 9.8538 HH

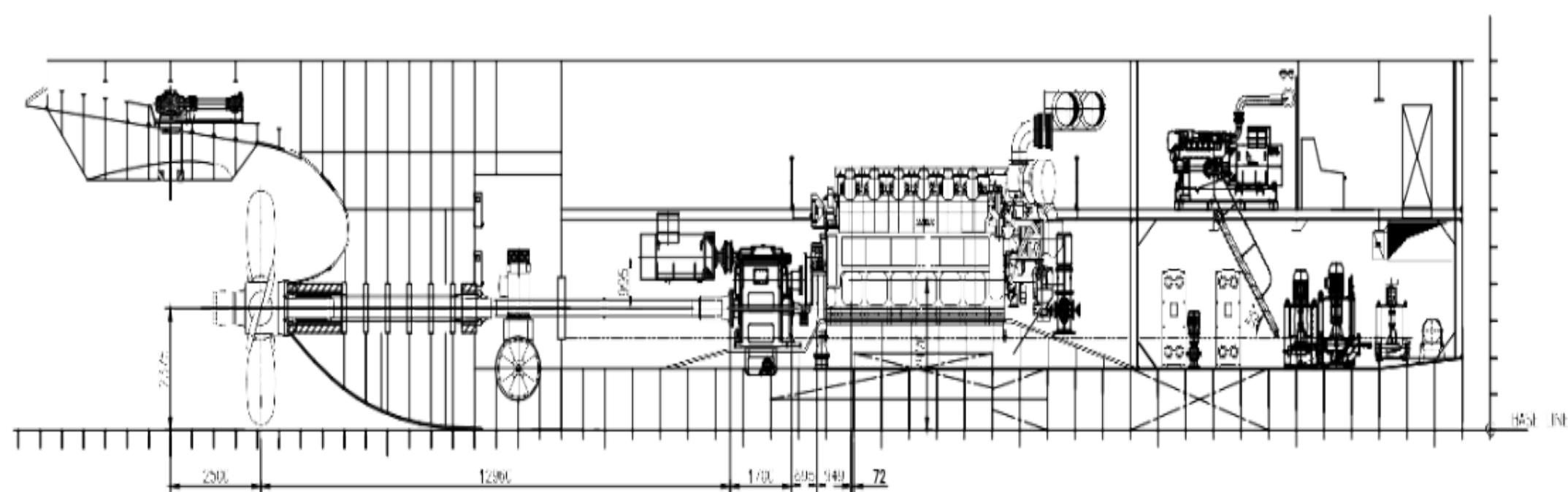
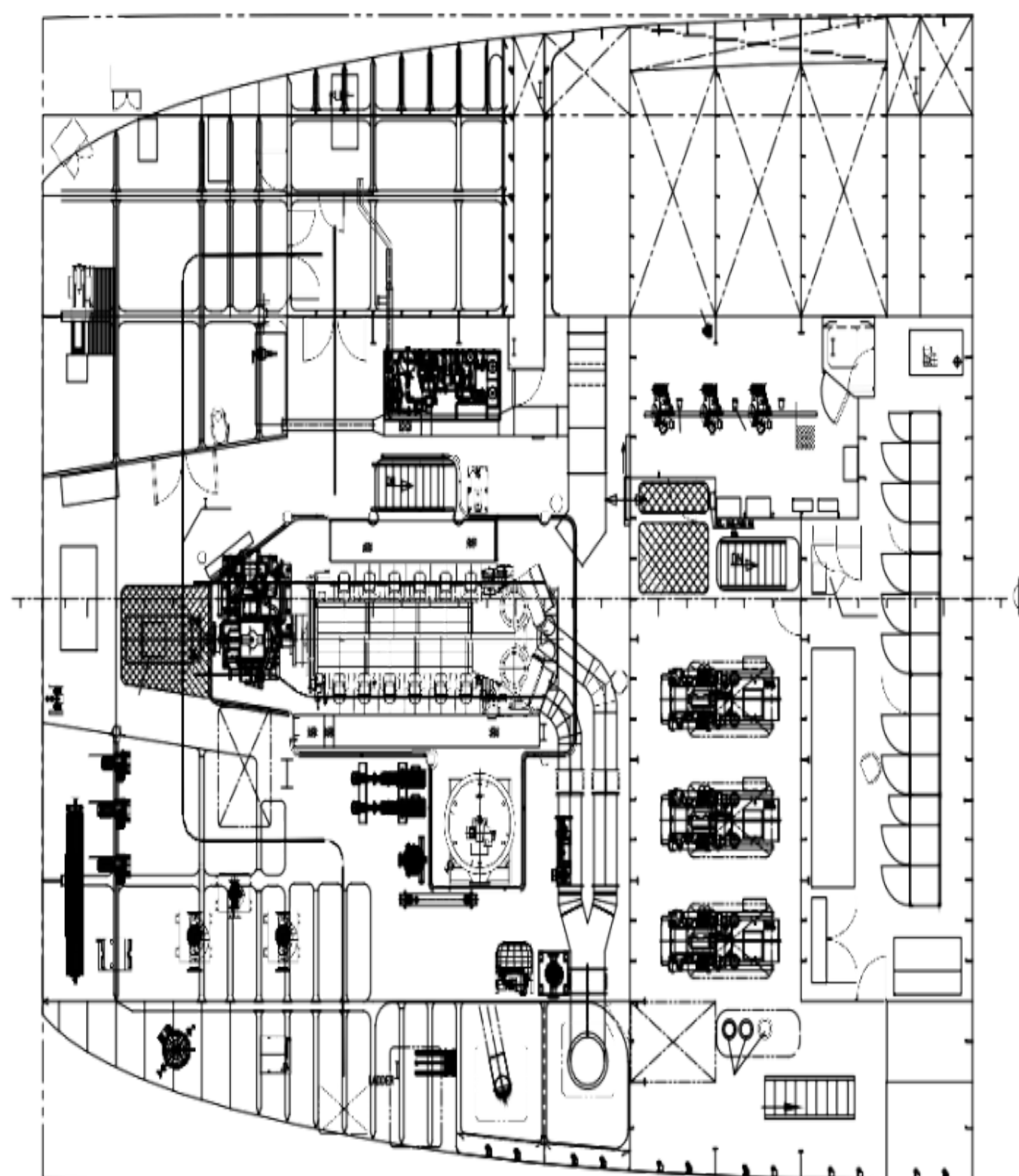
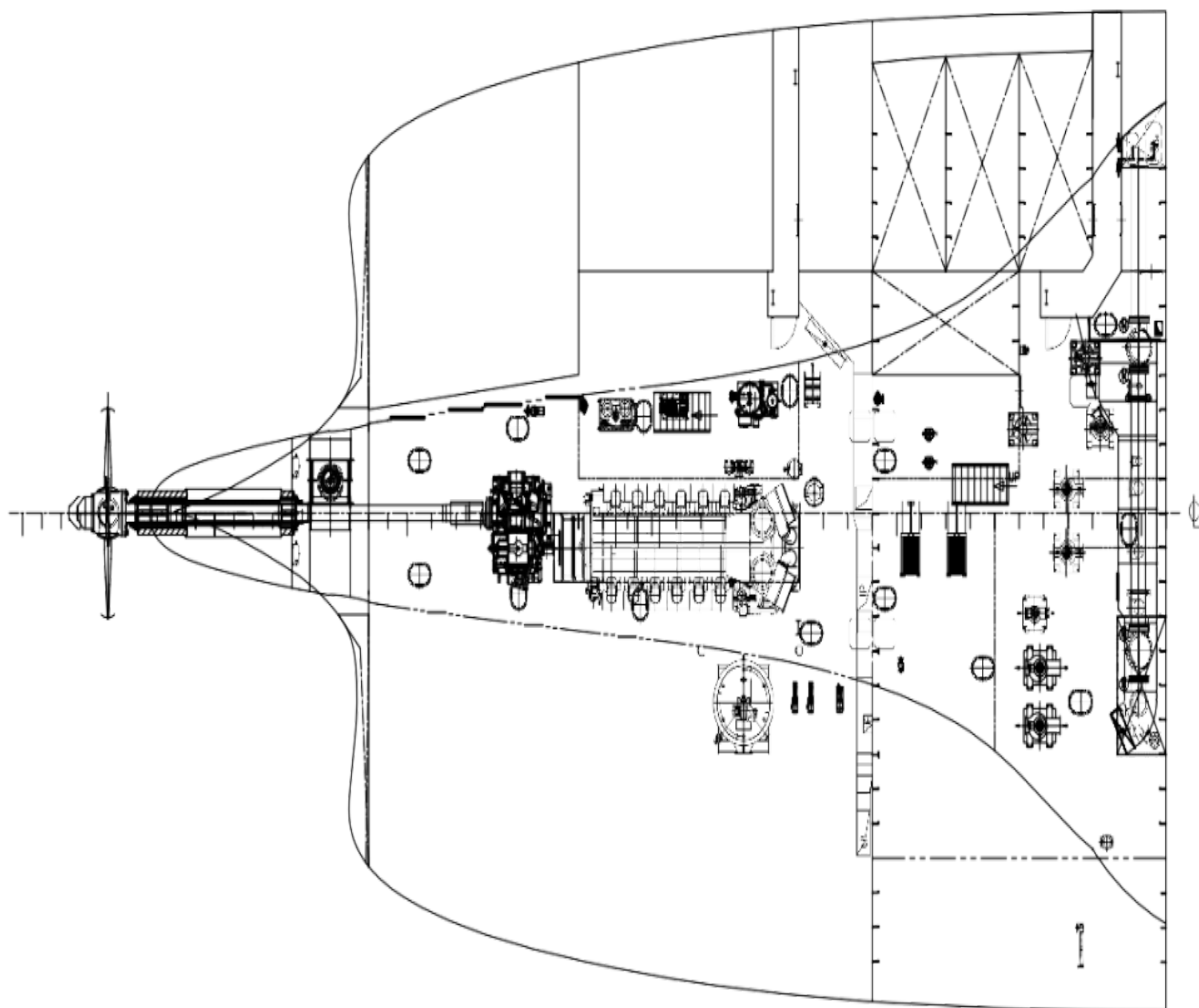
Fuel Filter Pipe Mounting

VM32

07

POS. ITEM	BENENNUNG DESCRIPTION	STCK NUMBER	BEST.-NR PART NO.
-	KRAFTSTOFFFILTERLEITUNG-ANBAU, VOLLST. FUEL FILTER PIPE MOUNTING ASSEMBLY	1	9.8538 HH
1	VERTEILERBOCK DISTRIBUTING BLOCK	1	9.8538-401
2	LECKKLOTZ LEAKAGE BLOCK	1	9.8538-402
3	LECKKLOTZ LEAKAGE BLOCK	1	9.8538-403
4	KRAFTSTOFFFILTERLEITUNG, VOLLST. FUEL FILTER PIPE, COMPL.	1	9.8538-404
5	KRAFTSTOFFFILTERLEITUNG, VOLLST. FUEL FILTER PIPE, COMPL.	1	9.8538-405
6	KRAFTSTOFFFILTERLEITUNG, VOLLST. FUEL FILTER PIPE, COMPL.	1	9.8538-406
7	KRAFTSTOFFFILTERLEITUNG, VOLLST. FUEL FILTER PIPE, COMPL.	1	9.8538-407
8	HALTER BRACKET	4	9.8535-408
9	STECKROHR TUBE	1	9.8538-409
10	STECKROHR TUBE	1	9.8538-410
11	VERBINDUNGSSTÜCK CONNECTING PIECE	1	9.8538-411
12	VERBINDUNGSSTÜCK CONNECTING PIECE	1	9.8538-412
13	HALTER BRACKET	2	9.8535-413
14	VERKLEIDUNG COVER	1	9.8538-414
15	KRAFTSTOFFDÜSENLECKLEITUNG, VOLLST. NOZZLE LEAK FUEL PIPE, COMPL.	1	9.8538-415
16	KRAFTSTOFFDÜSENLECKLEITUNG, VOLLST. NOZZLE LEAK FUEL PIPE, COMPL.	1	9.8538-416
17	HALTER BRACKET	1	9.8538-417
18	HALTER BRACKET	1	9.8538-418
19	HALTER BRACKET	2	9.8538-419
20	GEWINDESTANGE THREADED ROD	9	9.8538-420

Jede Bestellung muß folgende Angaben enthalten: **Motor-Nr. / Ersatzteilblatt-Nr. / Bestell-Nr.**
Each order must include the following: **Engine No./Spare parts sheet No./Part No.**

[illegible]

